

Introduction à la session DéTECTEURS semi-conducteurs

(à température ambiante ou proche)

Jerome Baudot



Les semi-conducteurs sont...

partout ...

- Physique nucléaire
 - Spectroscopie pour particules chargées et gamma
 - Télescope $\Delta E-E$
- Physique des hautes énergies
 - Tracjectométrie & *vertexing*
 - Calorimétrie
 - Identification (photo-détecteur ou temps de vol)
- Astroparticules & cosmologie
 - Spectrométrie
 - Imagerie
- Applications médicales ou scientifiques
 - Dosimétrie
 - Spectroscopie
 - Imagerie

et sous de très nombreuses formes

- Matériaux
 - **Si, C, SiC, CdTe, HgTeCd, InGaAs...**
- Formes
 - **Hybrides : capteurs + circuits de lecture**
 - **Monolithiques : tout-en-un**
 - Surfaces : qq mm² à qq 100 cm²
- Pourquoi ?
 - (Assez) facile à produire et robustes
 - Pas si chers (le coût est relatif à l'application)
- MAIS
 - très souvent spécialisés / qq performances
 - R&D = approfondissement des points forts
élargissement du domaine d'application

- Plus de granularité dans l'espace et le temps
 - Accent sur les technologies **monolithiques CMOS**
 - Développement très rapides de la **technologie LGAD** (*low gain avalanche photodiode*)
 - Le mariage des deux est recherché par plusieurs groupes
- Plus de radiotolérance et de robustesse / environnements extrêmes
 - Silicium revisité: 3D
 - “Nouveaux” matériaux: **Diamant, carbure de silicium** (SiC)
- Plus de sensibilité, de dynamique, de résolution en énergie
 - Très dépendant du domaine d'application
- Plus de surface
 - Pour les monolithiques: tricotage de réticules (**stitching**)
 - Pour le diamant: techniques de croissance

■ Technologie historique de l'institut

- Physique nucléaire: premières diodes 1950s puis premiers détecteurs à micro-pistes 1970s
- Physique des particules: premiers détecteurs de vertex au CERN 1980s puis LEP, SLC, ...

■ Présents dans (quasi) tous les laboratoires

- Nombreux **plateaux techniques** dédiés
 - Salles blanches
 - Équipements typiques: tests sous pointes, interconnexion, microscopie, robots de placement, inspection 3D
- Une **plateforme**
 - C4Pi: capteurs monolithiques à pixels
- **Infrastructures de tests**: faisceaux de caractérisation et d'irradiation

- Construction de (grands) détecteurs
- R&D sur capteurs, électroniques et intégration

■ Interconnexions hors IN2P3

- Galaxie des industriels du silicium: fabrication, amincissement, découpe, micro-canaux, (assemblage)
- Fabricants hors-silicium: DiamFab,
- Autres fournisseurs : micro-câbles, supports mécaniques (fibres de carbone)

Liste non exhaustive

■ Aujourd'hui

- 3 applications
(MERCI d'avoir proposé une présentation)



- **Contrôle de faisceaux en physique nucléaire et médicale**
Marie-Laure Gallin-Martel (LPSC)
- **Trajectométrie pour collisionneurs**
Ana Torento (IJClab)
- **Calorimétrie pour collisionneurs**
Vincent Boudry (LLR)

■ Et demain

- Atelier: **Détecteurs à pixels: retour d'expériences et futurs projets**
19-20 Septembre au CPPM: <https://indico.in2p3.fr/event/29988/>
- Workshops à venir dans le cadre de ECFA-DRD3/7: (partenaires Nupecc peuvent être associés)
inscrivez-vous sur <https://e-groups.cern.ch/e-groups/>
ECFA-DetectorRDRoadmap-DRD7-InterestGroup et drd3-community-subscribers
- La journée annuelle du réseau semi-conducteurs IN2P3-IRFU (en 2023: <https://indico.in2p3.fr/event/26864/>)

=> Soyons inventifs et collaboratifs: proposez des thèmes d'ateliers